

**DEVICE FOR PREVENTING BIRDS FROM FLYING AND COMING**

Patent Number: JP10004858  
Publication date: 1998-01-13  
Inventor(s): HARAKAWA KENICHI; INAOKA TORU; KAYANO HIDENORI; UNNO KENICHI  
Applicant(s): TAKENAKA KOMUTEN CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP10004858  
Application Number: JP19960161752 19960621  
Priority Number(s):  
IPC Classification: A01M29/02  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device for preventing the flying and coming of a bird, capable of suppressing the affection of the device on surroundings and capable of maintaining an effect for preventing the flying and coming of the bird for a long period by estimating the position of the bird after a prescribed time by a specific method and subsequently threatening the bird at the position with repelling noises and/or a moving body.

**SOLUTION:** A prescribed region is photographed with photographing means such as camera modules 34A, 34B, etc., and the presence of a bird is recognized with an image-recognizing means from the photographed image information. When the presence of the bird is recognized, the three-dimensional position of the bird is specified with a position-specifying means on the basis of the information, and the presence position of the bird after a prescribed time is subsequently estimated with a position-estimating means. Noise signals are supplied to the plural speaker modules (speakers) 441-44n of threatening means with a control means 12 in a mutually noise phase-shifted state so that the noises reach the estimated position, and/or a signal for driving a moving body is supplied to a radio controller 80 of threatening means, etc. Finally noises corresponding to the noise signals are generated from the speakers, and/or the moving body such as a model airplane is fled to threaten the bird.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-4858

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

A 0 1 M 29/02

識別記号

庁内整理番号

F I

A 0 1 M 29/02

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平8-161752

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月21日

(71) 出願人 000003621

株式会社竹中工務店

大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号

(72) 発明者 原川 健一

千葉県印西市大塚1丁目5番地1 株式会  
社竹中工務店技術研究所内

(72) 発明者 稲岡 徹

千葉県印西市大塚1丁目5番地1 株式会  
社竹中工務店技術研究所内

(72) 発明者 茅野 秀則

千葉県印西市大塚1丁目5番地1 株式会  
社竹中工務店技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 中島 淳 (外4名)

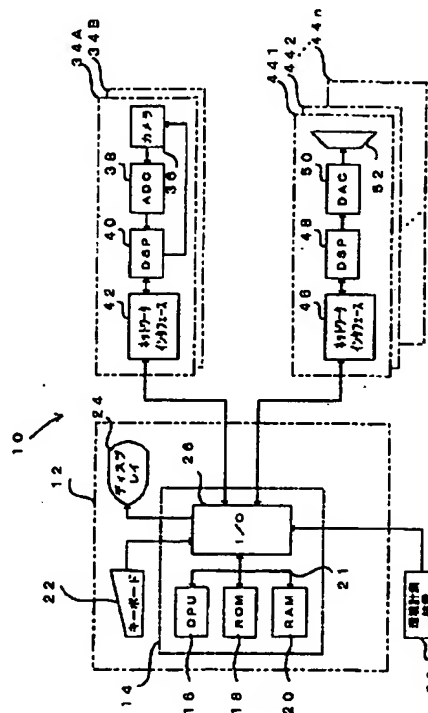
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鳥類飛来防止装置

(57) 【要約】

【課題】 忌避音によって鳥類の飛来を防止する際には、鳥類以外の周辺への影響を極力抑えることができ、かつ鳥類の飛来防止効果が長期間に亘り持続できる。

【解決手段】 中央制御装置12では、カメラモジュール34A、34Bにより得られるふたつの画像データから、鳥類の飛来の認識、飛来した鳥類の位置の算出、飛来した鳥類の所定時間後の存在位置の推測を行い、推測された位置に音が到達するように複数のスピーカモジュール441~44nに対して音信号を供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定領域を撮影することにより画像情報を得る複数の撮影手段と、

前記複数の撮影手段により撮影された領域の画像情報により鳥類の存在を認識する画像認識手段と、

前記画像認識手段により鳥類の存在が認識された場合、該鳥類の三次元位置を前記画像情報に基づき特定する位置特定手段と、

前記位置特定手段により得られる前記鳥類の三次元位置情報に基づき、所定時間後の前記鳥類の存在位置を推測する位置推測手段と、

供給された音信号に対応する音を発生する複数のスピーカ及び供給された制御信号に応じて移動する移動体の少なくとも一方を備えた威嚇手段と、

前記威嚇手段における前記複数のスピーカの各々から発せられた音の合成音波が、前記位置推測手段により推測された所定時間後の前記鳥類の存在位置に到達するように音信号の位相を互いにずらして前記複数のスピーカの各々に供給する第1の制御及び前記位置推測手段により推測された所定時間後の前記鳥類の存在位置に基づいて前記移動体を移動する制御信号を供給する第2の制御の少なくとも一方を行う制御手段と、  
を有することを特徴とする鳥類飛来防止装置。

【請求項2】 音波の伝播状態に影響を与える環境の状態を検出する環境検出手段を更に備え、

前記制御手段は、前記第1の制御を行う場合、前記音信号の供給のタイミングを、前記環境検出手段によって検出された環境の状態に基づいて決定することを特徴とする請求項1記載の鳥類飛来防止装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記第1の制御を行う場合、供給する音信号の波形、振幅、周波数、繰り返し供給の周期及び音の到達範囲の少なくともひとつを適宜変化させることを特徴とする請求項1または請求項2記載の鳥類飛来防止装置。

【請求項4】 鳥類の種類を判別するための情報を貯えたエキスパートシステムを更に備え、前記制御手段は、前記第1の制御を行う場合、前記エキスパートシステムにより判別された鳥の種類に基づいて供給する音信号の種類を設定することを特徴とする請求項1または請求項2記載の鳥類飛来防止装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鳥類飛来防止装置に係り、主に空港、住宅、電力関連施設、公園、神社・仏閣、農場、田畑などにおける鳥類の飛来に伴う各種の害を防止するために適用される鳥類飛来防止装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在、空港、住宅、電力関連施設、公園、神社・仏閣、農場、田畑などにおいて鳥類の飛来に

伴い、多くの被害が発生している。

【0003】飛行場においては、飛来した鳥類を航空機のエンジンが吸い込むことにより安全運行に多大な支障が発生している。過去に墜落事故も起きており、また墜落しないまでもエンジンの補修、オーバーホール、運行の乱れなど、その被害額は莫大なものとなっている。

【0004】一方、集合住宅、オフィスビル、電力関連施設、集会所、公園、神社・仏閣などにおいては、鳥類が群がり、排泄し、営巣する場合がある。このため景観が損なわれると同時に衛生上の問題が生じ、更には鉄骨が腐食するなどの被害が見られる。

【0005】また、農場、田畑における農作物への被害も多大なものがある。従来、飛行場における鳥害の対策としては航空機のエンジン部に、鳥類の忌避する所謂目玉模様を取り付けるなどの処理が行われているが、この方法はエンジンの回転数が上がるにつれて、目玉模様は不鮮明となり、効果が薄れてしまう。また、目玉模様の効果自体、鳥類の馴化により比較的短期間に失われてしまう。

【0006】また集合住宅、農場などにおける鳥害の対策としては、鳥類を殺傷する方法が考えられるが、この方法は鳥獣保護の考え方と相容れないものである。

【0007】この他の鳥害の対策方法としては、磁気を利用する方法、忌避剤を利用する方法、剣山やテグスなどを利用して止まる場所をなくする方法などがあるが、磁気の利用は現在まで鳥害防止効果は認められておらず、忌避剤は鳥の採餌と関係なく起こる被害には適用できず、剣山・テグスなどの利用は空中を含む広い範囲の鳥害防止には向いていない。

【0008】従来、上記実情に鑑み成されたものとして、複数の検知・発音ユニットを鳥類の飛来する範囲に点在させて、まず鳥類の飛来状況を複数の検知器で感知し、その情報に基づき中央制御装置からの指令で、忌避対象範囲に点在する複数の発音部を対象に忌避音を発する技術が知られている（特開平4-36139号公報参照）。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の鳥類飛来防止装置では、発音部から鳥類の存在位置までの距離が遠い場合には、忌避音の減衰のため、例えば飛行場にこの鳥類飛来防止装置を適用する場合を考えると、航空機の離発着時に鳥類を滑走路上空に近づけないといった目的のためには、かなりの大音量の忌避音を発しなくばならず、対象となる鳥類以外の人にも多大な影響を与えるという問題点があった。

【0010】また、鳥類の飛来を防止する手段として音のみを使用するため、鳥類の馴化によって、比較的短期間のうちに防止効果が薄れてしまうという問題点もあった。

【0011】本発明は上記事実を鑑み成されたものであ

り、忌避音によって鳥類の飛来を防止する際には、対象となる鳥類の周辺に対する影響を極力抑えた鳥類飛来防止装置を提供することを第1の目的とし、鳥類の飛来防止効果が長期間に亘り持続できる鳥類飛来防止装置を提供することを第2の目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的及び第2の目的を達成するために、請求項1記載の鳥類飛来防止装置は、所定領域を撮影することにより画像情報を得る複数の撮影手段と、前記複数の撮影手段により撮影された領域の画像情報により鳥類の存在を認識する画像認識手段と、前記画像認識手段により鳥類の存在が認識された場合、該鳥類の三次元位置を前記画像情報に基づき特定する位置特定手段と、前記位置特定手段により得られる前記鳥類の三次元位置情報に基づき、所定時間後の前記鳥類の存在位置を推測する位置推測手段と、供給された音信号に対応する音を発生する複数のスピーカ及び供給された制御信号に応じて移動する移動体の少なくとも一方を備えた威嚇手段と、前記威嚇手段における前記複数のスピーカの各々から発せられた音の合成音波が、前記位置推測手段により推測された所定時間後の前記鳥類の存在位置に到達するように音信号の位相を互いにずらして前記複数のスピーカの各々に供給する第1の制御及び前記位置推測手段により推測された所定時間後の前記鳥類の存在位置に基づいて前記移動体を移動する制御信号を供給する第2の制御の少なくとも一方を行う制御手段と、を有することを特徴としている。

【0013】請求項1に記載の鳥類飛来防止装置によれば、画像認識手段は複数の撮影手段により得られた画像データに鳥類が存在するか否かを認識し、鳥類が存在すると認識されたとき、位置特定手段はその鳥類の三次元位置を特定し、この三次元位置情報に基づいて位置推測手段はその鳥類の所定時間後の存在位置を推測する。

【0014】その後、制御手段は、複数のスピーカから発せられた音の合成音波が、位置推測手段により推測された鳥類の所定時間後の存在位置に到達するように音信号の位相を互いにずらして、複数のスピーカに音信号を供給する第1の制御及び位置推測手段により推測された鳥類の所定時間後の存在位置に基づいて移動体を移動する制御信号を供給する第2の制御の少なくとも一方を行う。

【0015】この結果、第1の制御のみを行う場合は、複数のスピーカから発した音波の合成音波は、鳥類の存在位置に対して確実に到達することになり、対象となる鳥類の周辺の人などに対する音の影響を抑制することができる。一方、第2の制御のみを行う場合は、移動体を鳥類の存在位置に基づいて確実に威嚇動作させることができるので、鳥類の撃退効果を高めることができる。更に、第1の制御と第2の制御を併用する場合には、移動体自体が鳥類の撃退効果を発揮すると共に、これに伴う

音の刺激と結びつくことにより、音が単なる脅しであることを隠蔽する効果をもつ。以上により、鳥類をひどく傷つけることなく、永続的な効果を保持することができる。

【0016】なお、前記移動体は、模型飛行機、模型モーターボート、模型自動車、レール上の移動体、エレベータ、回転棒、水鉄砲、水カプセル銃（少量の水を砲弾型のプラスチックカプセルに詰めたものを弾として発射する銃）、水弾銃などが好ましい。

【0017】また、上記第1の目的を達成するために、請求項2記載の鳥類飛来防止装置は、請求項1記載の鳥類飛来防止装置において、音波の伝播状態に影響を与える環境の状態を検出する環境検出手段を更に備え、前記制御手段は、前記第1の制御を行う場合、前記音信号の供給のタイミングを、前記環境検出手段によって検出された環境の状態に基づいて決定することを特徴としている。

【0018】請求項2に記載の鳥類飛来防止装置によれば、環境検出手段により検出される音波の伝播状態に影響を与える環境の状態に基づいて前記制御手段による前記音信号の供給のタイミングが決定される。

【0019】従って、合成音を確実に鳥類の存在位置にのみ到達させることが可能となり、例えば鳥類が通過した後に音が位置推測手段によって推測した位置に到達するといった不具合を防止することができる。

【0020】なお、この際の環境検出手段は、風速風向計、温度計、音響トモグラフィーなどが好ましい。

【0021】また、上記第2の目的を達成するために、請求項3記載の鳥類飛来防止装置は、請求項1または請求項2記載の鳥類飛来防止装置において、前記制御手段は、前記第1の制御を行う場合、供給する音信号の波形、振幅、周波数、繰り返し供給の周期及び音の到達範囲の少なくともひとつを適宜変化させることを特徴としている。

【0022】請求項3に記載の鳥類飛来防止装置によれば、制御手段により前記第1の制御を行う場合、供給する音信号の波形、振幅、周波数、繰り返し供給の周期及び音の到達範囲の少なくともひとつが適宜変化される。

【0023】従って、同一音による単調な威嚇に比べて、より鳥類の馴化を防ぐことが可能となる。

【0024】また、上記第1の目的を達成するために、請求項4記載の鳥類飛来防止装置は、請求項1または請求項2記載の鳥類飛来防止装置において、鳥類の種類を判別するための情報を貯えたエキスパートシステムを更に備え、前記制御手段は、前記第1の制御を行う場合、前記エキスパートシステムにより判別された鳥の種類に基づいて供給する音信号の種類を設定することを特徴としている。

【0025】請求項4に記載の鳥類飛来防止装置によれば、エキスパートシステムによって飛来した鳥類の種類

まで判別し、判別された鳥の種類に基づいて音信号を設定する。

【0026】従って、判別された種類の鳥にとって最も効果のある忌避音を発することができ、威嚇効果を高めることが可能となる。

【0027】なお、エキスパートシステムに貯えられている鳥類の種類を判別するための情報は、季節・時刻別の生息域、飛行経路、鳴声、鳥の形態などが好ましい。

【0028】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕以下、図面を参照して、本発明の第1実施形態を説明する。

【0029】図1には、この鳥類飛来防止装置10を飛行場に適用した場合の全体の構成が示されている。

【0030】図1に示すように、本第1実施形態の鳥類飛来防止装置10は、鳥類飛来防止装置10全体を制御する制御手段としての中央制御装置、滑走路94の上空の撮影を行うことにより画像データを得る撮影手段としてのカメラモジュール等が設置された一対の映像監視システム90A、90B、鳥類にとっての忌避音を発生する複数のスピーカモジュールの集合体として構成される一対のアレイ音発生器92A、92Bが滑走路94の両端外側に配置されて構成される。なお、矢印Mは航空機の離発着方向を表す。

【0031】図2に示すように、カメラモジュール34A、34Bは各々、滑走路94の上空を撮影することにより画像データをアナログ信号として得るカメラ36と、カメラ36により得られる画像データをデジタル信号に変換するA/Dコンバータ（以後、ADCと称す）38と、カメラ36の動作の制御、或はADC38を介してカメラ36より得られる画像データに対してフィルタリング、データ圧縮等の処理を行うデジタルシグナルプロセッサ（以後、DSPと称す）40及び中央制御装置12との信号の送受信における通信制御処理を行うネットワークインタフェース42を含んで構成されている。なお、カメラモジュール34A、34Bは各々、映像監視システム90A及び90Bに設置されている。

【0032】また、n台のスピーカモジュール441～44nは各々、中央制御装置12との信号の送受信における通信制御処理を行うネットワークインタフェース46と、中央制御装置12側からの音信号データの受信や当該音信号データのスピーカ52への出力タイミングの制御等を行うDSP48と、デジタル信号をアナログ信号に変換するD/Aコンバータ（以後、DACと称す）50と、音信号を音に変換し出力する無指向性スピーカ52を含んで構成されている。

【0033】更に、中央制御装置12は、制御装置14と、表示装置としてのディスプレイ24と、データやコマンド等を入力する入力手段としてのキーボード22とを含んで構成されている。このうち制御装置14は、C

PU16と、ROM18と、RAM20と、入出力コントローラ（以後、I/Oと称す）26とを含んで構成されており、これらのCPU16、ROM18、RAM20及びI/O26は互いにバス21によって接続されている。上記のディスプレイ24及びキーボード22は、I/O26に接続されている。また、I/O26には気温、風向、風速等の環境状態を感知する環境検出手段としての環境計測装置32も接続されている。なお、上記のROM18には、後述する制御プログラム、鳥類にとっての忌避音信号データ等が記憶されている。

【0034】以下、本第1実施形態の作用を説明する。なお、本第1実施形態では、説明の簡易化及び理解の容易化のため、鳥が1羽のみ滑走路94の上空に飛来した場合について説明する。

【0035】中央制御装置12に設けられた図示しないスタートボタンがオペレータによりオンされると、図3乃至図6に示す制御ルーチンが制御装置14のCPU16により、図7に示す制御ルーチンが2台のカメラモジュール34A、34Bの各々のDSP40により、図8に示す制御ルーチンがn台のスピーカモジュール441～44nの各々のDSP48により、それぞれ実行される。なお、これらの制御ルーチンの実行は何れも所定時間間隔で繰り返し実行される。

【0036】まず、図3乃至図6に示す制御装置14のCPU16により実行される制御ルーチンから説明する。

【0037】ステップ202において、2台のカメラモジュール34A、34Bに対して画像データの取り込みの開始を指示する画像取込指示信号を送信する。

【0038】次に、ステップ204では、上記画像取込指示信号に対応してカメラモジュール34A、34Bより送信されてくる滑走路94の上空の圧縮された各々の画像データを取り込み、該画像データを順次RAM20に格納して、その後ステップ205では、RAM20に格納された各圧縮画像データを、圧縮方式に対応する方法にて伸張する。

【0039】次に、ステップ206では、第1の画像認識ルーチン（図4参照）を実行する。

【0040】図4のステップ230では、鳥類の有無を表す鳥類フラグを0に初期設定し、その後、ステップ232において、RAM20に格納されているカメラモジュール34A、34Bにより取込まれた各々の画像データに、通常存在しない物体（以後、オブジェクトと称す）が存在するか否かを判断し、何れの画像データにもオブジェクトが存在する場合にはステップ234に処理を移行して当該オブジェクト画像の抽出処理を行い、それ以外の場合には、鳥類フラグは0のまま第1の画像認識ルーチンを終了する。

【0041】この際、ステップ232及びステップ234のオブジェクトが存在するか否かの判定及び存在する

場合の当該オブジェクト画像の抽出は次のように行う。

【0042】まず、オブジェクトが存在していないときの画像データを予め各々のカメラモジュール34A、34Bにより取り込み、この各像データをROM18の所定の領域に格納しておく。次に、ステップ204及びステップ205においてRAM20に格納され、伸張された各々のカメラモジュール34A、34Bにより取り込まれた各画像データと、ROM18に予め格納されているオブジェクトが存在しないときの各画像データとの差をとり、この結果得られる各差分画像データの何れにも何らかの物体が存在する場合には、オブジェクトが存在していると判断し、この場合は各差分画像データ自体がオブジェクトを抽出した画像となり、これ以外の場合にはオブジェクト無しと判定する。

【0043】以上の方法により、各画像データにオブジェクトが存在すると判定され、当該オブジェクト画像が抽出されるとステップ236に処理が移行し、ステップ234において抽出された各オブジェクト画像のサイズの正規化を行う。本実施形態での正規化は、抽出された各オブジェクト画像の外接枠の水平方向のサイズが所定値となるように拡大或は縮小することにより行われる。

【0044】各オブジェクト画像の正規化が終了すると、ステップ238では、正規化された各オブジェクト画像を用いて、各オブジェクトの特徴抽出を行う。本実施の形態における特徴は、オブジェクトの形状を表すデータであるものとする。

【0045】各オブジェクトの特徴抽出が終了すると、ステップ240では、抽出された各オブジェクトの特徴データをRAM20に記憶する。なお、ここで記憶されたオブジェクトの特徴データは、後述する第2の画像認識ルーチンにて利用されるものである。

$$x = (x' \sin \theta' \cos \theta) / \sin \{ \pi - (\theta + \theta') \} \quad \dots (1)$$

$$y = (x' \sin \theta' \sin \theta) / \sin \{ \pi - (\theta + \theta') \} \quad \dots (2)$$

$$z = (x' \sin \theta' \tan \phi) / \sin \{ \pi - (\theta + \theta') \} \quad \dots (3)$$

により求めるものとする。

【0050】なお、カメラ36L及びカメラ36Rの三次元座標は予め与えられているので、ステップ210では、ROM18から式(1)、(2)、(3)を読み出し、カメラ36L及びカメラ36Rが鳥類の画像を取り込んだ時点での各カメラの鳥類に対する水平方向及び垂直方向の角度を式(1)、(2)、(3)に代入することにより鳥類の三次元空間座標P(x, y, z)を求めることができる。

【0051】次のステップ212では、所定時間だけ処理を停止し、所定時間経過後にステップ214にて、ステップ202と同様に、2台のカメラモジュール34A、34Bに対して画像データの取り込みの開始を指示

【0046】各オブジェクトの特徴データがRAM20に記憶されると、ステップ242では、各オブジェクトの特徴データと、標準データとしてROM18に予め記憶されている前記正規化と同様の方法にて正規化された既知の鳥類画像の特徴データとの照合を行い、ステップ244では、照合結果に基づいて各オブジェクトが鳥類であるか否かの判定を行う。この結果、何れのオブジェクトも鳥類であると判定された場合は、ステップ246へ処理を移行して、鳥類フラグに1を代入し第1の画像認識ルーチンを終了し、これ以外の場合には鳥類フラグは初期設定値である0のまま第1の画像認識ルーチンを終了する。

【0047】第1の画像認識が終了すると、ステップ208(図3参照)では、第1の画像認識ルーチンにて設定された鳥類フラグを参照し、鳥類フラグの値が1の場合には、各カメラモジュール34A、34Bの何れの撮影範囲内にも鳥類が存在すると判定してステップ210へ処理を移行し、鳥類フラグの値が0の場合は本制御ルーチンを終了する鳥類が存在すると判定されると、ステップ210では、鳥類の三次元空間位置が算出される。図9に示すように、カメラ36Lの三次元座標Cを(0, 0, 0)、カメラ36Rの三次元座標C'を(x', 0, 0)とし、鳥類の三次元座標Pを(x, y, z)とする。

【0048】また、鳥類の三次元座標PからZ軸に平行に下ろした垂線の足と、X-Y平面との交点をSとし、更に点SCC'のなす角を $\theta$ 、点SC'Cのなす角を $\theta'$ 、点PCSのなす角を $\phi$ 、点PC'Sのなす角を $\phi'$ とする。

【0049】このとき、鳥類の三次元座標P(x, y, z)は、

する画像取込指示信号を送信し、更にステップ216にて、ステップ204と同様に、上記画像取込指示信号に対応してカメラモジュール34A、34Bより送信されてくる滑走路94の上空の圧縮された各画像データを取り込み、該画像データを順次RAM20に格納し、ステップ217にて、RAM20に格納された各圧縮画像データを伸張する。

【0052】次に、ステップ218では、第2の画像認識ルーチン(図5参照)を実行する。

【0053】図5のステップ250では、第1の画像認識ルーチンで存在が確認された鳥と同じ鳥が存在するかどうかを表す同鳥フラグを0に初期設定し、その後、ステップ252において、ステップ214乃至ステップ21

7によりRAM20に格納されているカメラモジュール34A、34Bによる各画像データから、オブジェクトが存在するか否かを判断し、存在する場合にはステップ254に処理を移行して当該オブジェクト画像の抽出処理を行い、存在しない場合には、同鳥フラグは0のまま第2の画像認識ルーチンを終了し、図3のステップ220に処理が移行する。

【0054】この際、各画像データにオブジェクトが存在するか否かの判定及び存在する場合の当該オブジェクト画像の抽出は上述した第1の画像認識ルーチンにおいて用いた方法と同様の方法により行う。

【0055】各画像データからオブジェクト画像の抽出が完了するとステップ256に処理が移行し、ステップ254において抽出された各オブジェクト画像のサイズの正規化を第1の画像認識ルーチンにおけるステップ236と同様の方法にて行う。

【0056】各オブジェクト画像の正規化が終了すると、ステップ258では、各オブジェクト画像における、第1の画像認識ルーチンにおけるステップ238において抽出した特徴と同種類の特徴抽出を行う。

【0057】各オブジェクトの特徴抽出が終了すると、ステップ260では、各オブジェクトの特徴データと、第1の画像認識ルーチンのステップ240において記憶されている特徴データとの照合を行い、ステップ262では、照合結果に基づいてオブジェクトが第1の画像認識ルーチンにおいて鳥類であると判定された鳥と同一の鳥であるか否かの判定を行う。ここで同一の鳥であると

$$xx = x2 + \{(x2 - x1) \times (tx / t1)\} \quad \dots (4)$$

$$yx = y2 + \{(y2 - y1) \times (tx / t1)\} \quad \dots (5)$$

$$zx = z2 + \{(z2 - z1) \times (tx / t1)\} \quad \dots (6)$$

を算出することにより得るものとする。

【0060】鳥のtx秒後の存在位置の推測が終了すると、ステップ226では、第1の威嚇処理ルーチン(図6参照)が実行される。

【0061】図6におけるステップ270では、ステップ224にて推測したtx秒後の鳥の存在位置を含む所定の大きさの領域を、鳥に対する集音範囲として設定する。

【0062】次のステップ272では、各スピーカ52について、当該スピーカ52から発せられるべき音に対応する音信号の位相差を、ROM18から取り込んだ各スピーカ52に関する位置情報及びステップ270にて

$$c = 331.5 + 0.607T + f(S, D) \text{ [m/sec]}$$

ここで、f(S, D)は風速S及び風向Dによって決定されるパラメータである。

【0066】次にステップ278では、各スピーカモジュール441～44nに対して、当該スピーカ52についての位相を指示する指示信号を送出する。次のステップ280では予め定められた所定データ量を一単位とし

判定された場合は、ステップ264へ処理を移行して、同鳥フラグに1を代入し第2の画像認識ルーチンを終了し、同一の鳥ではないと判定された場合には同鳥フラグは初期設定値である0のまま第2の画像認識ルーチンを終了する。

【0058】第2の画像認識が終了すると、ステップ220(図3参照)では、第2の画像認識ルーチンにて設定された同鳥フラグを参照し、同鳥フラグの値が1の場合には、第1の画像認識ルーチンにおいて存在が確認された鳥と同一の鳥が存在すると判定してステップ222へ処理を移行し、同鳥フラグの値が0の場合は、第1の画像認識ルーチンにおいて存在が確認された鳥と同一の鳥は確認できなかったと判定して本制御ルーチンを終了する同一の鳥が存在すると判定されると、ステップ222では、ステップ210と同様の方法にて鳥類の三次元空間位置が算出される。

【0059】次のステップ224では、ステップ210及びステップ222において算出された2箇所の三次元空間位置座標に基づき、その時点から所定時間経過後の鳥の存在位置を推定する。図10に示すように、ステップ210において算出されている鳥の位置P1の三次元空間座標を(x1, y1, z1)とし、ステップ222にて算出されているtx秒後の鳥の位置P2の三次元空間座標を(x2, y2, z2)とし、更にtx秒後の鳥の推定位置Pxの三次元空間座標を(xx, yx, zx)とすると、本実施形態では推定位置Pxの三次元空間座標(xx, yx, zx)は、

設定された集音範囲の位置情報に基づいて演算する。

【0063】ここでは、図11に示すように、複数の無指向性スピーカ52の各々から発せられた音波の波面の包絡面を波面とする合成音波102が所定の集音範囲100に収束するように、各スピーカモジュール441～44nに供給する音信号の位相を互いにずらすようにしている。

【0064】次のステップ274では、環境計測装置32から気温T、風速S及び風向Dを取り込み、更にステップ276では、気温T、風速S及び風向Dの値を用いて式(7)により、音波の伝播速度cを算出する。

【0065】

$$\dots (7)$$

て、鳥にとっての忌避音を発生させるROM18に予め記憶されている音信号データの各スピーカモジュール441～44nへの送信を開始する。これ以後、音信号データは前記所定データ量を一単位として各スピーカモジュール441～44nへ断続的に送信される。次のステップ282では、基準タイミングとしてのタイミング信



号をステップ276にて算出した音波の伝播速度 $c$ を考慮して各スピーカモジュール441~44nへ送信し、ステップ284へ進む。ステップ284では上記のステップ280で送信開始された音信号データが全データ送信し終えたか否かを判定する。ここで全データ送信し終えたと判定されるまで音信号データの送信は繰り返され、全データ送信し終えると肯定判定され、第1の威嚇処理ルーチンの処理を終了し、制御装置14における全体の制御ルーチンも終了する。

【0067】次に図7に示す、各カメラモジュール34A、34Bの各々のDSP40により実行される制御ルーチンを説明する。ステップ300では、上述したステップ202で中央制御装置12側から送信された画像取込指示信号の受信待ちを行う。上記の画像取込指示信号を受信すると、ステップ302では、カメラ36へ撮影の開始指示を行う。次のステップ304及びステップ306では、撮影の開始指示に対応してカメラ36よりADC38を介して送信されてくる画像データを、DSP40内部の図示しないバッファメモリへ所定量格納する。本実施形態における所定量は、画像一コマ分であるものとする。

【0068】画像データの所定量の格納が終了すると、ステップ308では、カメラ36に対して撮影終了を指示する指示信号を送信し、カメラ36の撮影動作を停止させる。次のステップ310では、DSP40内部のバッファメモリに格納された所定量の画像データに対してフィルタリングを行う。該フィルタリングは、画像データに入り込むランダムなノイズを除去するために行うためのものであり、本実施の形態では、注目画素の近傍領域内の画素の値の中央値を求める、メディアンフィルタを用いて行うこととする。

【0069】画像データのフィルタリングが終了すると、ステップ312では、画像データの圧縮が行われる。本実施形態では、静止画像の符号化方式の標準となっている、ADCT（適応離散コサイン変換）を用いるJPEG符号化方式を用いることとする。

【0070】次のステップ314及びステップ316では、ステップ312で圧縮された画像データを中央制御装置12のI/O26に対して送信し、本制御ルーチンを終了する。

【0071】なお、この際に送信する画像データはステップ312において圧縮処理されているので、短時間に送信することが可能である。

【0072】次に図8に示す、各スピーカモジュール441~44nの各々のDSP48により実行される制御ルーチンを説明する。ステップ400では、上記のステップ278で中央制御装置12側から送信された、当該スピーカモジュール44から発するべき忌避音に対応する音信号の位相差に関する指示信号の受信待ちを行う。上記の指示信号を受信すると、ステップ402では、上

記のステップ280で中央制御装置12側から送信開始された音信号データの受信待ちを行う。上記の音信号データを受信すると、ステップ404へ進み、受信した音信号データのDSP48内部の図示しないバッファメモリへの格納を開始する。

【0073】この音信号データの格納に使用されるDSP48内部のバッファメモリはリングバッファとして使用される。即ち、音信号データがDSP48内部のバッファメモリの最終アドレスまで格納されると、次に続く音信号データはDSP48内部のバッファメモリの先頭アドレスから順に格納される。なお、上記のDSP48内部のバッファメモリへの音信号データの格納と並行して、後述するようにDSP48内部のバッファメモリからDAC50への音信号データの出力が行われるため、DAC50へ出力されていない音信号データが、該音信号データよりも後に受信された音信号データに上書きされてしまうことはない。

【0074】次のステップ406では上記のステップ282で中央制御装置12側から送信されたタイミング信号の受信待ちを行う。上記のタイミング信号を受信すると、ステップ408へ進んで指示された位相差に対応するタイマを起動した後、ステップ410において指示された位相差に対応する音信号データ出力タイミングとなったか否かを、タイマがタイムアウトしたか否かに基づいて繰り返し判定する。

【0075】タイマがタイムアウトして音信号データ出力タイミングになるとステップ412へ進み、DSP48内部のバッファメモリから所定量の音信号データを読み出し、DAC50へ出力する。DAC50へ出力された音信号データは、DAC50によってアナログの音信号に変換され、スピーカ52に供給される。

【0076】次のステップ414ではDSP48内部のバッファメモリに出力していない音信号データがあるか否かを判定し、バッファメモリに音信号データがある場合、ステップ412へ戻り、再度DAC50への音信号データの出力を行う。DSP48内部のバッファメモリに出力していない音信号データがなくなると、ステップ414で否定判定され、本制御ルーチンを終了する。

【0077】これにより、図11に示すように、複数の無指向性スピーカ52の各々から発せられた音波の波面の包絡面を波面とする合成音波102が所定の集音範囲100に収束するので、所望の集音範囲100に忌避音が伝達される。

【0078】以上説明した如く、第1実施形態に係る鳥類飛来防止装置10によれば、鳥類が飛来した場合に、当該鳥類の所定時間後の存在位置を推測し、推測された位置に対して音のエネルギーが集中するように忌避音を発生させるので、鳥類のみに対して威嚇を行うことが可能となる。

【0079】なお、第1実施形態においては、説明の簡



易化及び理解の容易化のために、鳥類が一羽のみ存在する場合について説明したが、本発明はこれに限られず、複数羽の鳥類が集団で存在する場合に適用してもよく、更に複数箇所に鳥類が分散して存在する場合に適用してもよい。複数羽の鳥類が集団で存在する場合には、例えば本第1実施例におけるオブジェクトの抽出処理を、集団を構成する鳥のうち、略中央部に位置する一羽分のオブジェクトを抽出する処理として、本第1実施形態と同様の処理を行う方法が考えられる。この場合、集団の大きさも把握しておき、集音範囲を集団の大きさに応じて変化させるようにすることも効果的である。また、複数箇所に鳥類が分散して存在する場合には、例えば第1の画像認識ルーチンにおけるオブジェクトの存在の有無を判定する際に、存在するオブジェクトの数も把握しておき、その後の処理を前記オブジェクトの数だけ時分割に行うといった方法が考えられる。

【0080】また、第1実施形態においては、鳥類の威嚇に使用する音信号は1種類のみである場合について説明したが、本発明はこれに限られず、音信号の波形、振幅、周波数、繰り返し供給の周期及び音の到達範囲を適宜変更させるようにしてもよい。

【0081】また、第1実施例においては、画像データからオブジェクト画像を抽出する方法として、オブジェクトが存在しないときに収集しておいた画像データとの差をとる場合について説明したが、本発明はこれに限られず、例えば、ステップ205で得た画像データとステップ217で得た画像データとの差をとるようにしてもよい。この場合は、オブジェクトが存在しないときの画像データを収集しておく必要がなくなると同時に、双方のオブジェクト画像の抽出を1度の処理で行うことができるようになる。

【0082】また、第1実施形態においては、画像認識を行う際に用いる特徴として対象オブジェクトの形状を表すデータのみを用いる場合について説明したが、本発明はこれに限られず、鳥類の特徴を表すもの、例えばオブジェクトの色データ等を併用してもよい。

【0083】また、第1実施形態においては、鳥の所定時間後の存在位置を推測する方法として、当該鳥が存在した2箇所のみの三次元空間位置を用いる場合について説明したが、本発明はこれに限られず、2箇所以上であればよい。例えば当該鳥が存在した3箇所の三次元空間位置を用いる場合には、1番目の位置から2番目の位置までの距離と、2番目の位置から3番目の位置までの距離との違いから、当該鳥の加速状況が判明し、該加速状況も前記推測に反映させることが可能となり、より高精度な推測が可能となる。

【0084】また、第1実施形態においては、カメラモジュール34が2台の場合について説明したが、本発明はこれに限られず、カメラモジュール34を追加設置して、滑走路94上の複数箇所を同時に監視するようにし

てもよい。

【0085】さらに、第1実施形態においては、忌避音を発生するスピーカとして無指向性スピーカを用いる場合について説明したが、本発明はこれに限られず、指向性スピーカを用いるようにしてもよい。この場合は、各指向性スピーカを、威嚇対象となる鳥の所定時間後の存在位置方向に向けて忌避音を発生するようにする。

【0086】〔第2実施形態〕次に、本発明の第2実施形態を説明する。なお、第1実施形態と同一の部分には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0087】図12に示すように、本第2実施形態に係る鳥類飛来防止装置10は、マイクモジュール54及びエキスパートシステム70を更に備えており、マイクモジュール54は更に滑走路94上の音データをアナログ信号として得るマイク56と、マイク56により得られる音データをデジタル信号に変換するADC58と、マイク56の動作の制御等の処理を行うDSP60及び中央制御装置12との信号の送受信における通信制御処理を行うネットワークインタフェース62を含んで構成されている。なお、マイクモジュール54は、図1における映像監視システム90Aの内部に配置されている。

【0088】以下、本第2実施形態の作用について、第1実施形態と異なる部分のみ説明する。

【0089】本第2実施形態では、図13に示すように、中央制御装置12に設けられた図示しないスタートボタンがオペレータによりオンされると、ステップ202Bにおいて、2台のカメラモジュール34A、34Bに対して画像データの取り込みの開始を指示する画像取込指示信号を送信すると同時に、マイクモジュール54に対して音データの取り込みの開始を指示する音取込指示信号を送信する。

【0090】次に、ステップ204Bでは、上記画像取込指示信号に対応して各カメラモジュール34A、34Bより送信されてくる滑走路94の上空の各画像データを取り込み、該画像データを順次RAM20に格納すると同時に、上記音取込指示信号に対応してマイクモジュール54より送信されてくる滑走路94上の音データを取り込み、該音データを順次RAM20に格納する。

【0091】その後、ステップ205乃至ステップ224は第1実施例と同様の処理を行い、ステップ225では、エキスパートシステム70を使用して鳥類の種類を特定する。エキスパートシステム70には、既知の鳥類に関する飛行経路、鳴声及び形状が鳥の種類と関連付けられてデータとして貯えられており、ステップ224までの処理で得られている飛行経路、音データ及び画像データを入力として鳥の種類を特定し、中央制御装置12に出力するようになっている。

【0092】鳥の種類が特定されると、ステップ226Bに処理が移行し、第2の威嚇処理ルーチン（図14参照）が実行される。

【0093】図14のステップ270では、第1実施形態と同様の方法にて集音範囲の設定が行われた後、ステップ271では、エキスパートシステム70により得た鳥の種類に基づいて、ROM18に予め記憶されている複数の音信号データから、その鳥に対して最も効果的な忌避音をスピーカ52より発生させる音信号データを選択し、以降、第1実施形態と同様の方法にてスピーカより忌避音を発生させるようにする。

【0094】次に図15に示す、マイクモジュール54のDSP60により実行される制御ルーチンを説明する。ステップ500では、上述したステップ202Bで中央制御装置12側から送信された音取込指示信号の受信待ちを行う。上記の指示信号を受信すると、ステップ502では、マイク56へ音収集の開始指示を行う。次のステップ504及びステップ506では、音収集の開始指示に対応してマイク56よりADC58を介して送信されてくる音データを、DSP60内部の図示しないバッファメモリへ所定時間分格納する。

【0095】音データの所定時間分の格納が終了すると、ステップ508では、マイク56に対して音収集の終了指示を行い、マイク56の動作を停止させる。

【0096】次のステップ510及びステップ512では、DSP60内部のバッファメモリに格納されている音データを中央制御装置12のI/O26に対して送信し、制御ルーチンを終了する。

【0097】以上示したように、本第2実施形態における鳥類飛来防止装置10は、エキスパートシステム70によって飛来した鳥の種類まで特定し、その鳥にとって最も効果的な忌避音が選択されて発せられるので、第1実施形態の鳥類飛来防止装置10に比べ、更に効果の高い威嚇が可能となる。なお、本第2実施形態では、エキスパートシステム70において鳥の種類の特定に用いるデータとして、飛行経路、鳴声及び形状の3種類のデータを用いる場合について説明したが、本発明はこれに限られず、例えば季節・時刻別の生息域データを上記3種類のデータに加えて鳥の種類の特定に用いてもよい。

【0098】〔第3実施形態〕次に、本発明の第3実施形態を説明する。なお、第1実施形態と同一の部分には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0099】図16に示すように、本第3実施形態に係る鳥類飛来防止装置10は、第1実施形態に係る鳥類飛来防止装置10に対して、ラジオコントロールモジュール80を更に備えており、ラジオコントロールモジュール80は更に図示しない移動体としての模型飛行機の飛行動作を制御するラジオコントローラ82と、ラジオコントローラ82の動作の制御を行うDSP84及び中央制御装置12との信号の送受信における通信制御処理を行うネットワークインタフェース86を含んで構成されている。なお、ラジオコントロールモジュール80は、図1における映像監視システム90Aの内部に配置され

ている。

【0100】以下、本第3実施形態の作用について、第1実施形態と異なる部分のみ説明する。

【0101】本第3実施形態では、図17に示すように、ステップ224により鳥類の将来存在位置が推測されると、ステップ226Cでは、第3の威嚇処理ルーチン（図18参照）が実行される。

【0102】図18におけるステップ268ではステップ224により得ている鳥の所定時間後の存在位置を模型飛行機の到達位置として設定し、該到達位置情報をラジオコントロールモジュール80へ送信する。その後ステップ270以降は第1実施例における第1の威嚇処理ルーチンと同様の処理を行う。

【0103】次に図19に示す、ラジオコントロールモジュール80のDSP84により実行される制御ルーチンを説明する。ステップ600では、上記のステップ268で中央制御装置12側から送信された、模型飛行機の到達位置情報の受信待ちを行う。上記の到達位置情報を受信すると、ステップ602では、模型飛行機の飛行方向及び到達予定時間が算出される。DSP84では、模型飛行機の現在位置を常に把握しており、該現在位置から到達位置へ最短距離にて到達させるための飛行方向を設定すると共に、実験的に予め得てある模型飛行機の飛行速度及び現在位置から到達位置までの距離に基づいて、到達位置に達するまでの時間を算出する。

【0104】次にステップ604では、ステップ602にて設定された飛行方向をラジオコントローラ82に対して送信し、その後ステップ606では、ラジオコントローラ82に対して、模型飛行機の飛行開始を指示する信号を到達予定時間を考慮したタイミングにて送信して模型飛行機の飛行を開始させ、ステップ608にて、到達予定時間まで飛行を継続させる。ステップ608が肯定判断となった時点で、模型飛行機は到達位置に達したことになる。

【0105】模型飛行機が到達位置に達すると、ステップ610では、模型飛行機を到達位置を中心として所定半径にて旋回飛行を行うよう指示信号をラジオコントローラ82に送信し、ステップ612にて、所定時間だけ旋回飛行を継続させ、その後ステップ614では、旋回飛行を終了させる指示信号をラジオコントローラ82に対して送出して模型飛行機の旋回飛行を停止させ、ステップ616では、模型飛行機を所定の位置に帰還させる指示信号をラジオコントローラ82に対して送出して、模型飛行機を帰還させ、制御ルーチンを終了する。

【0106】以上示したように、本第3実施形態では、鳥類を威嚇する手段として音による威嚇に加えて移動体としての模型飛行機による威嚇も併用している。この場合には、模型飛行機のエンジン音も鳥には威嚇音として作用する。模型飛行機はそれ自体が鳥の撃退効果を発揮すると共に、それに伴う音の刺激と結びつくことによ

り、音が鳥にとって単なる脅しであることを隠蔽する効果を持つ。これにより、本第3実施形態の鳥類飛来防止装置10は、鳥をひどく傷つけることなく永続的な効果を保持する。以後は、条件反射化した威嚇音のみを発しても鳥を威嚇できる効果が期待できる。

【0107】なお、本第3実施形態では、鳥の威嚇手段として忌避音以外に模型飛行機を使用した場合について説明したが、本発明はこれに限られず、例えば水鉄砲、水カプセル銃（少量の水を砲弾型のプラスチックカプセルに詰めたものを弾として発射する銃）、氷弾銃、模型モーターボート、模型自動車、レール上の移動体、エレベータ、回転棒などを使用してもよい。この場合、例えば水鉄砲、水カプセル銃、氷弾銃を使用する場合には、ステップ224にて推測した、鳥の所定時間後の存在位置に対して、水鉄砲の場合には水、水カプセル銃および氷弾銃の場合には弾丸を発射することにより威嚇を行う。

【0108】

【発明の効果】請求項1に記載の鳥類飛来防止装置によれば、飛来した鳥類の三次元位置に基づいてその鳥類の所定時間後の存在位置を推測し、この推測された位置に対して忌避音による威嚇及び移動体による威嚇の少なくとも一方が行われるので、鳥類が存在している位置のみに確実に威嚇を行うことができ、対象となる鳥類の周辺の人などに対する威嚇の影響を抑制することができると同時に、忌避音による威嚇及び移動体による威嚇を同時に行うことにより鳥類の撃退効果を永続させることができる、という効果が得られる。

【0109】請求項2に記載の鳥類飛来防止装置によれば、忌避音による威嚇を行う場合、環境検出手段により検出される音波の伝播状態に影響を与える環境の状態に基づいて制御手段による音信号の供給のタイミングが決定されるので、忌避音を確実に鳥類の存在位置に到達させることが可能となり、例えば鳥類が通過した後に忌避音が位置推測手段によって推測した位置に到達するといった不具合を防止することができる、という効果が得られる。

【0110】請求項3に記載の鳥類飛来防止装置によれば、忌避音による威嚇を行う場合、供給する音信号の波形、振幅、周波数、繰り返し供給の周期及び音の到達範囲の少なくともひとつが適宜変化されるので、同一音による単調な威嚇に比べて、より鳥類の馴化を防ぐことが可能となる、という効果が得られる。

【0111】請求項4に記載の鳥類飛来防止装置によれば、エキスパートシステムによって飛来した鳥類の種類まで判別し、忌避音による威嚇を行う場合には、エキスパートシステムにより判別された鳥の種類に基づいて音信号の種類を設定するので、判別された種類の鳥にとって最も効果のある忌避音を発することができ、威嚇効果を高めることが可能となる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る鳥類飛来防止装置の全体構成図である。

【図2】第1実施形態に係る鳥類飛来防止装置の構成を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態に係る制御装置で実行される制御ルーチンを示す流れ図である。

【図4】第1実施形態に係る制御装置で実行される第1の画像認識処理のサブルーチンを示す流れ図である。

【図5】第1実施形態に係る制御装置で実行される第2の画像認識処理のサブルーチンを示す流れ図である。

【図6】第1実施形態に係る制御装置で実行される第1の威嚇処理のサブルーチンを示す流れ図である。

【図7】第1～第3実施形態に係るカメラモジュール側で実行される制御ルーチンを示す流れ図である。

【図8】第1～第3実施形態に係るスピーカモジュール側で実行される制御ルーチンを示す流れ図である。

【図9】三次元空間座標の算出方法の説明に供する図である。

【図10】鳥類の所定時間後の存在位置の推測方法の説明に供する図である。

【図11】音の集音の説明に供する図である。

【図12】第2実施形態に係る鳥類飛来防止装置の構成を示すブロック図である。

【図13】第2実施形態に係る制御装置で実行される制御ルーチンを示す流れ図である。

【図14】第2実施形態に係る制御装置で実行される第2の威嚇処理のサブルーチンを示す流れ図である。

【図15】第2実施形態に係るマイクモジュール側で実行される制御ルーチンを示す流れ図である。

【図16】第3実施形態に係る鳥類飛来防止装置の構成を示すブロック図である。

【図17】第3実施形態に係る制御装置で実行される制御ルーチンを示す流れ図である。

【図18】第3実施形態に係る制御装置で実行される第3の威嚇処理のサブルーチンを示す流れ図である。

【図19】第3実施形態に係るラジオコントロールモジュール側で実行される制御ルーチンを示す流れ図である。

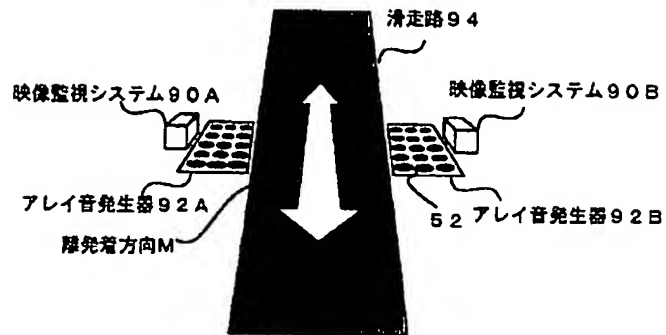
【符号の説明】

- 10 鳥類飛来防止装置
- 12 中央制御装置（制御手段）
- 32 環境計測装置（環境検出手段）
- 34 カメラモジュール（撮影手段）
- 44 スピーカモジュール（スピーカ）
- 54 マイクモジュール
- 70 エキスパートシステム
- 80 ラジオコントロールモジュール
- 90 映像監視システム
- 92 アレイ音発生器

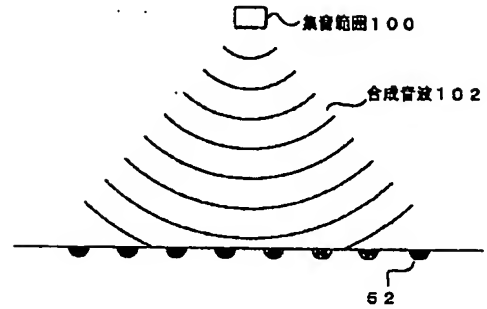
94 滑走路  
100 集音範囲

102 合成音波

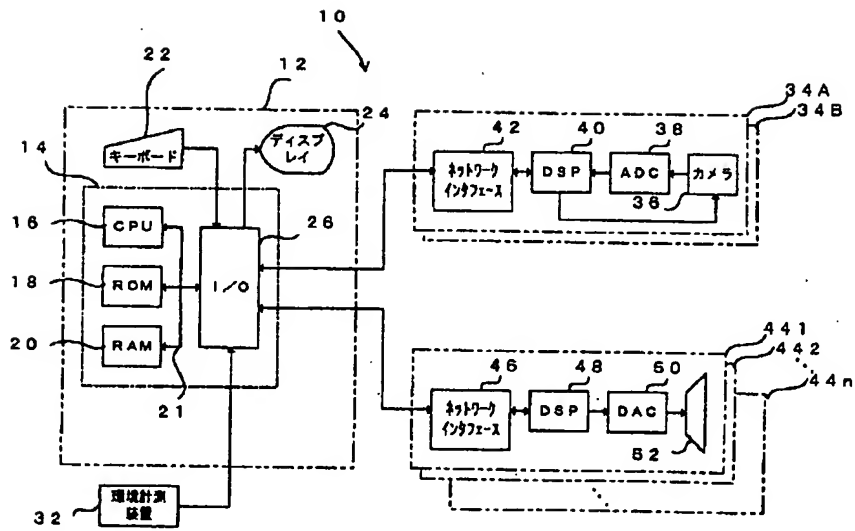
【図1】



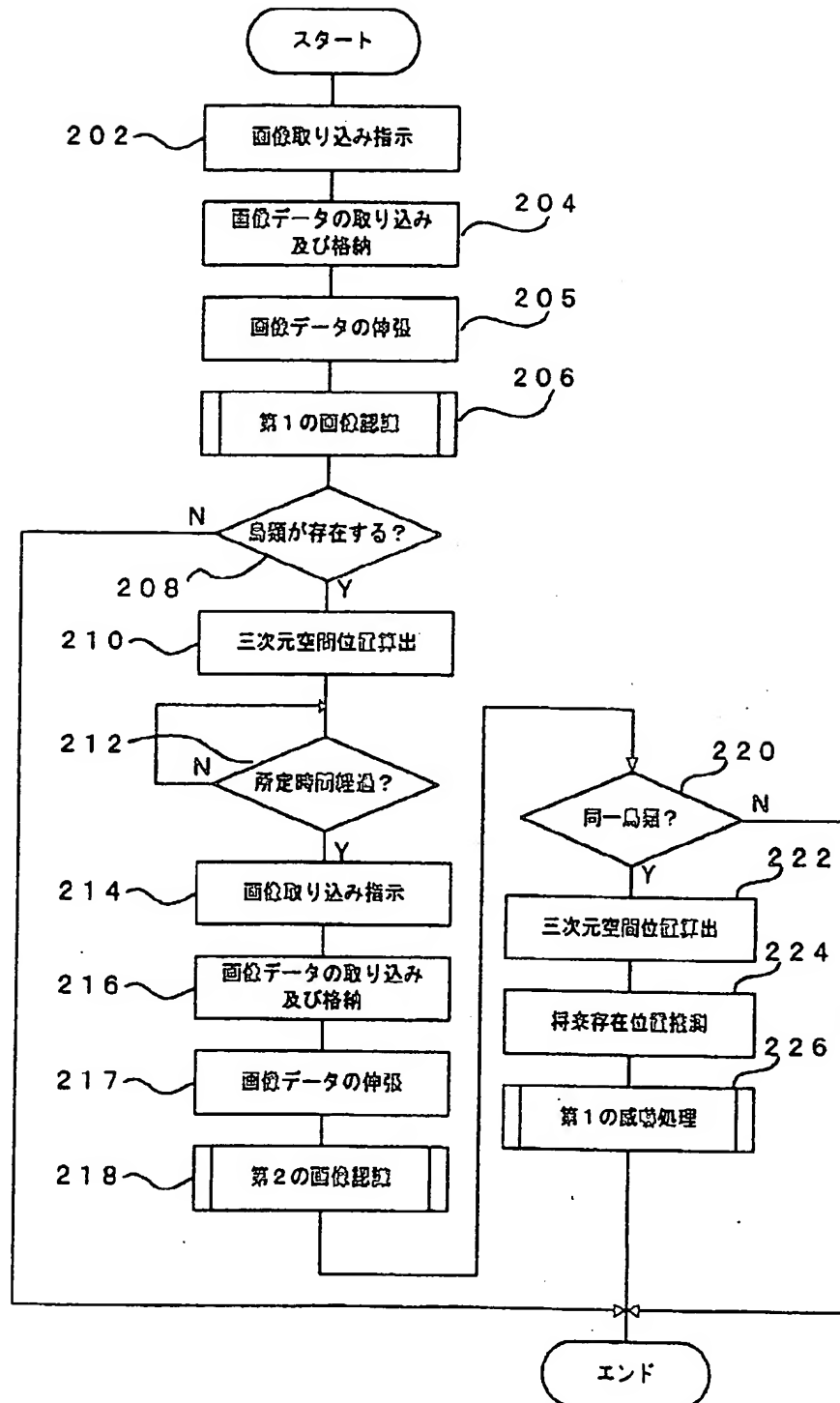
【図11】



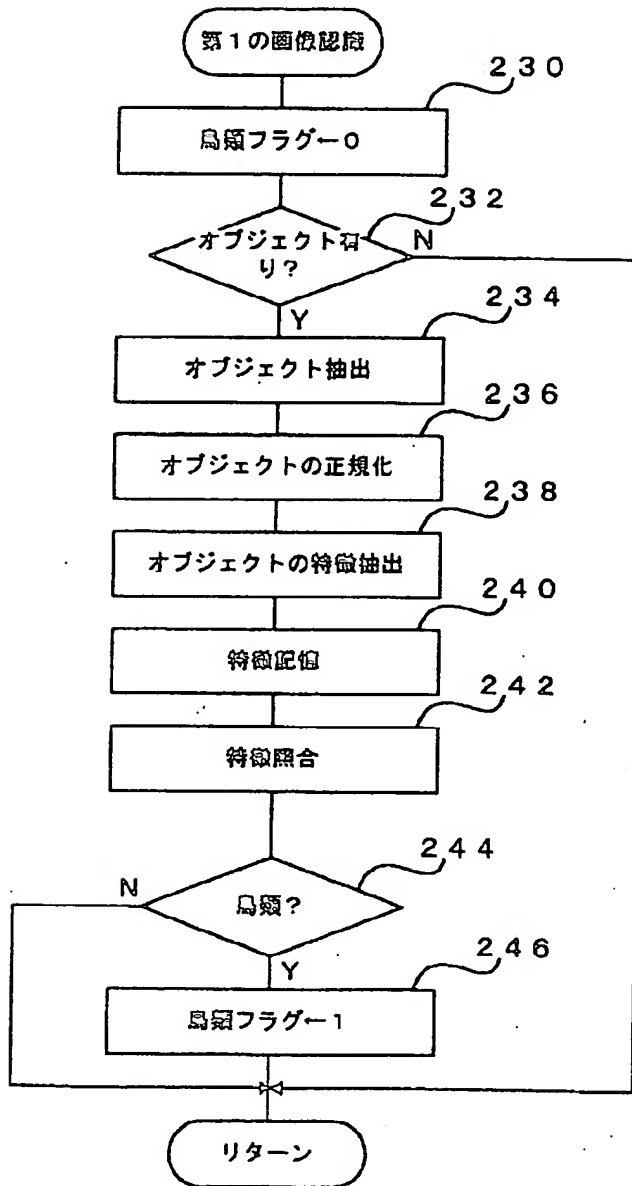
【図2】



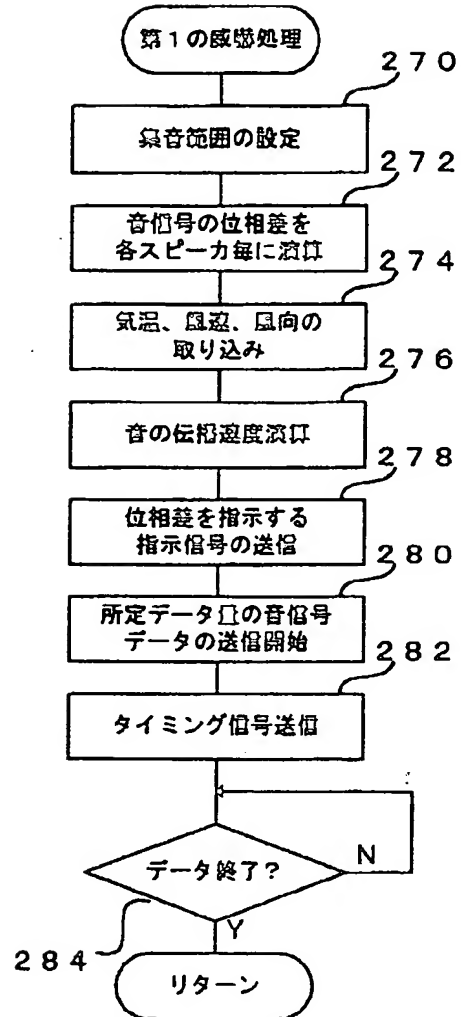
【図3】



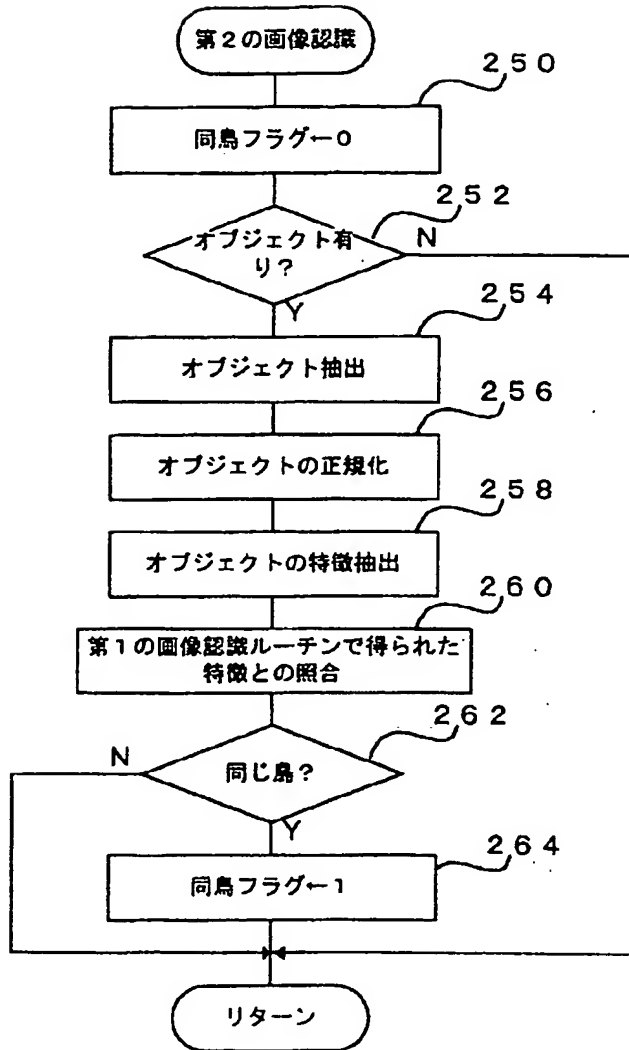
【図4】



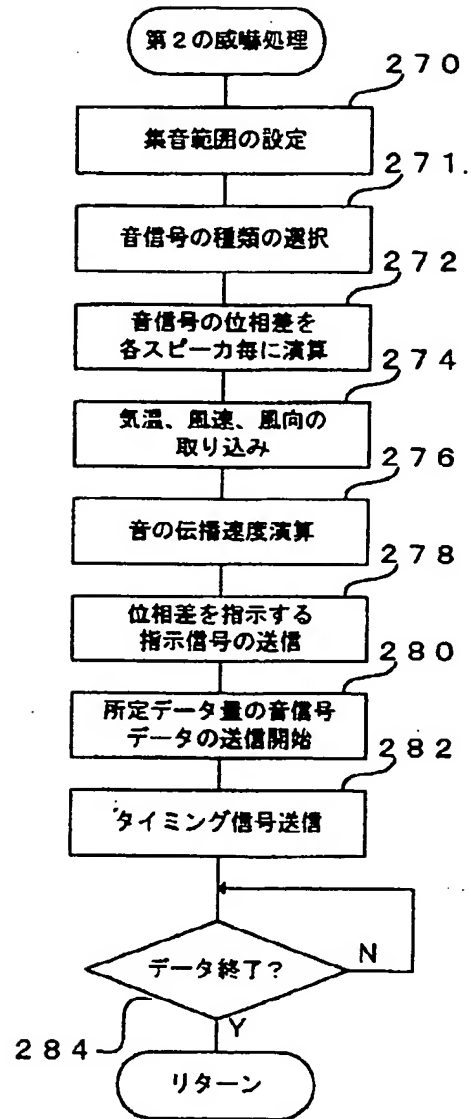
【図6】



【図5】

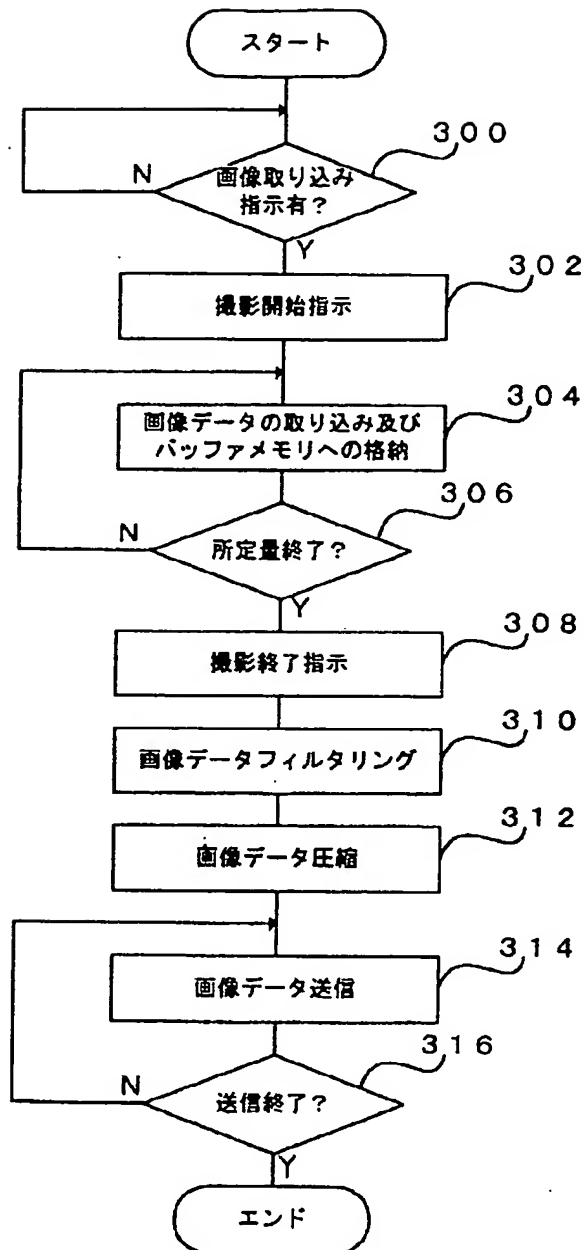


【図14】

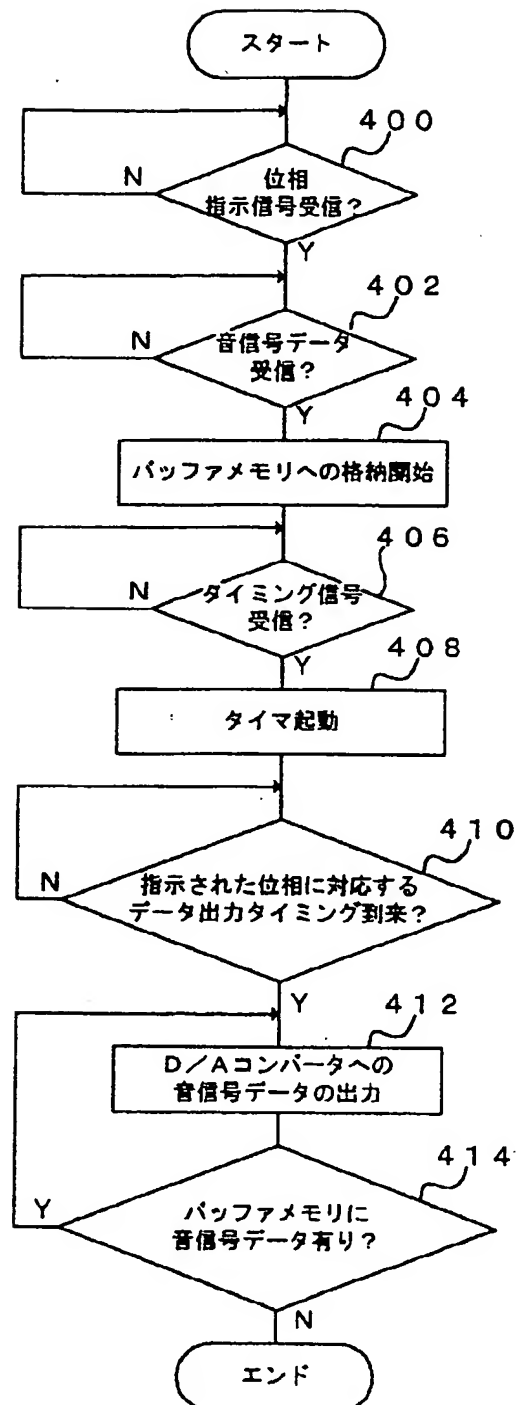




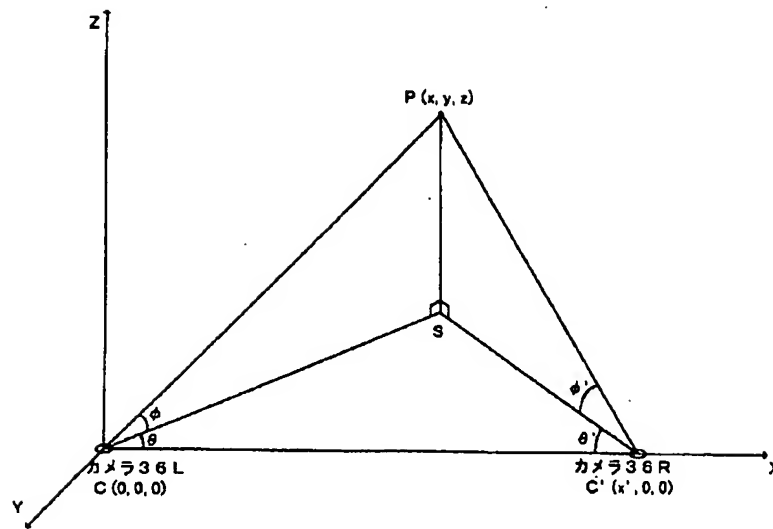
【図7】



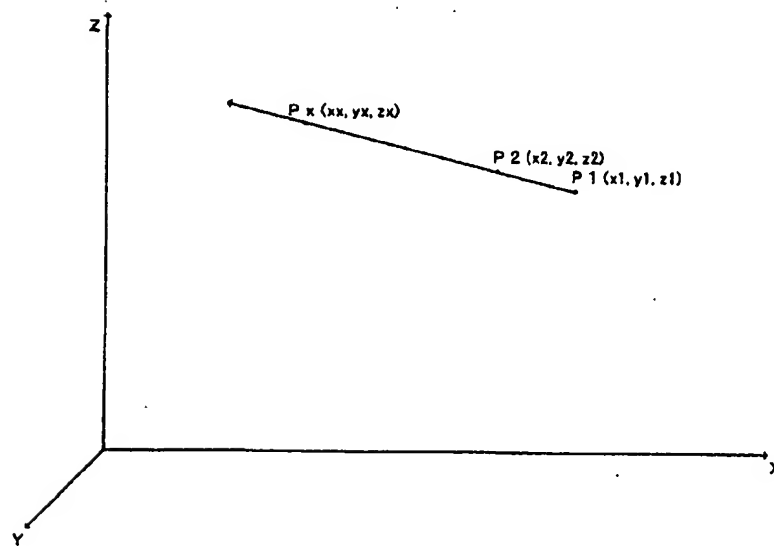
【図8】



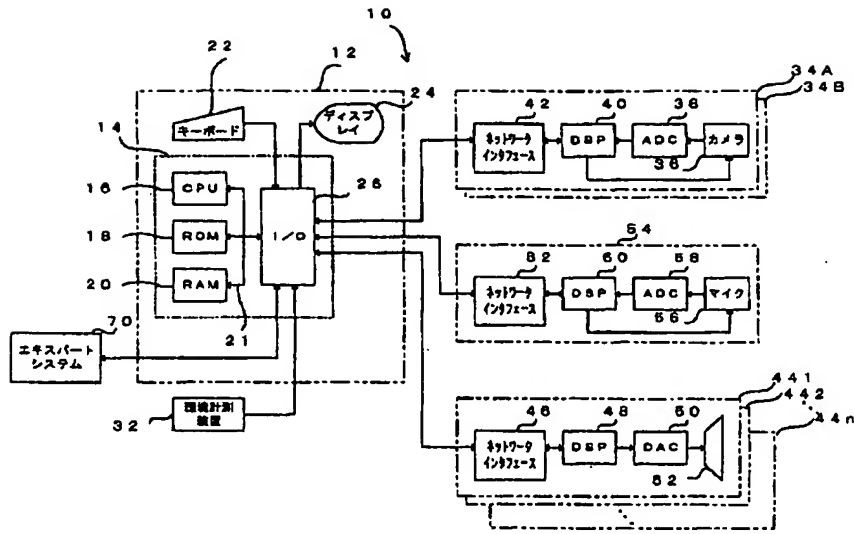
【図9】



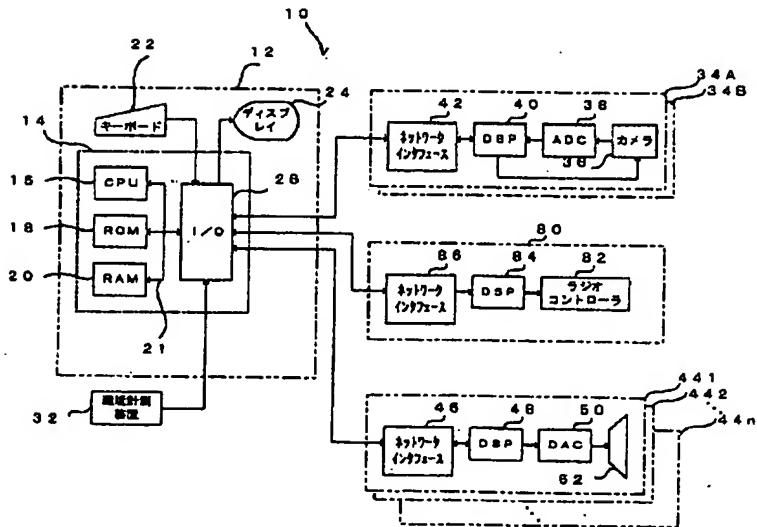
【図10】



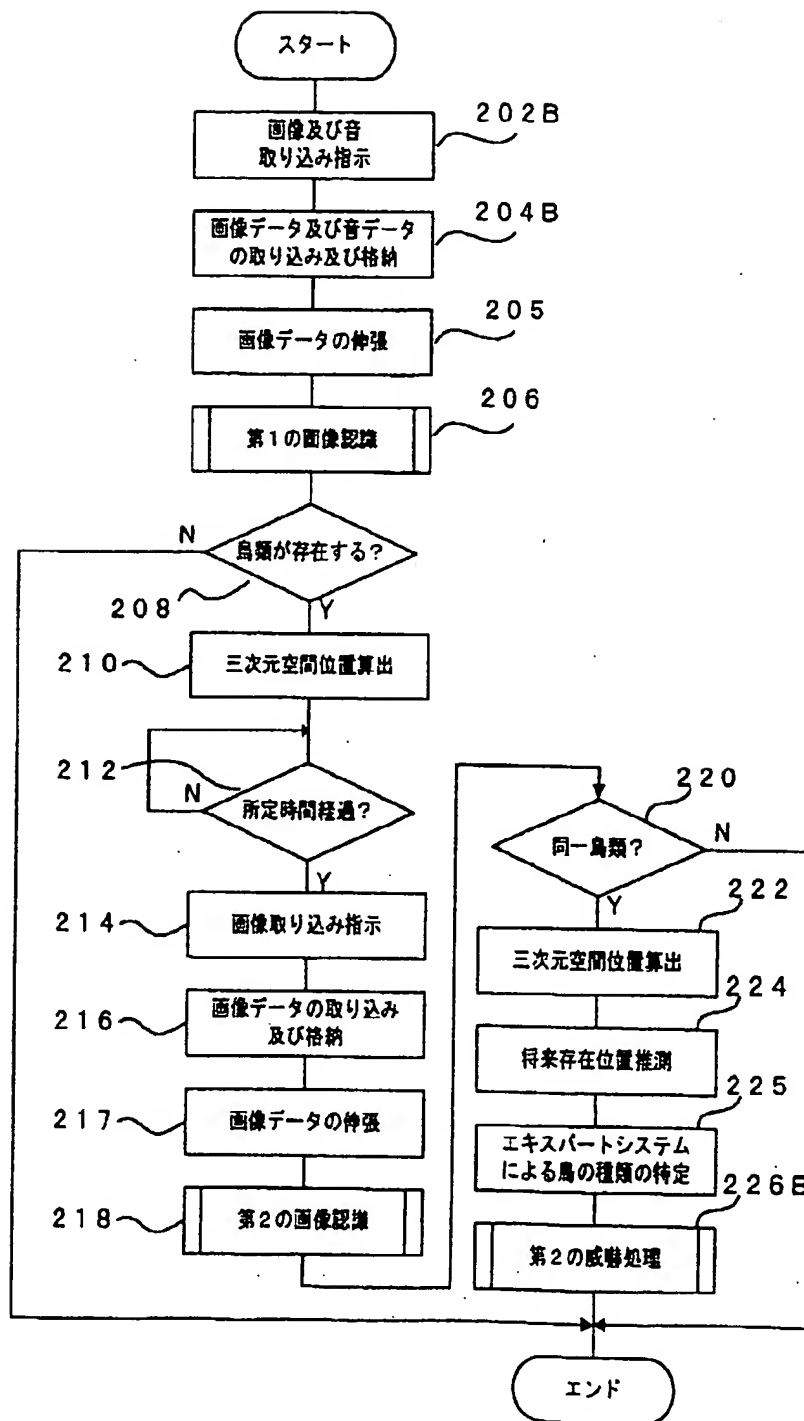
【図12】



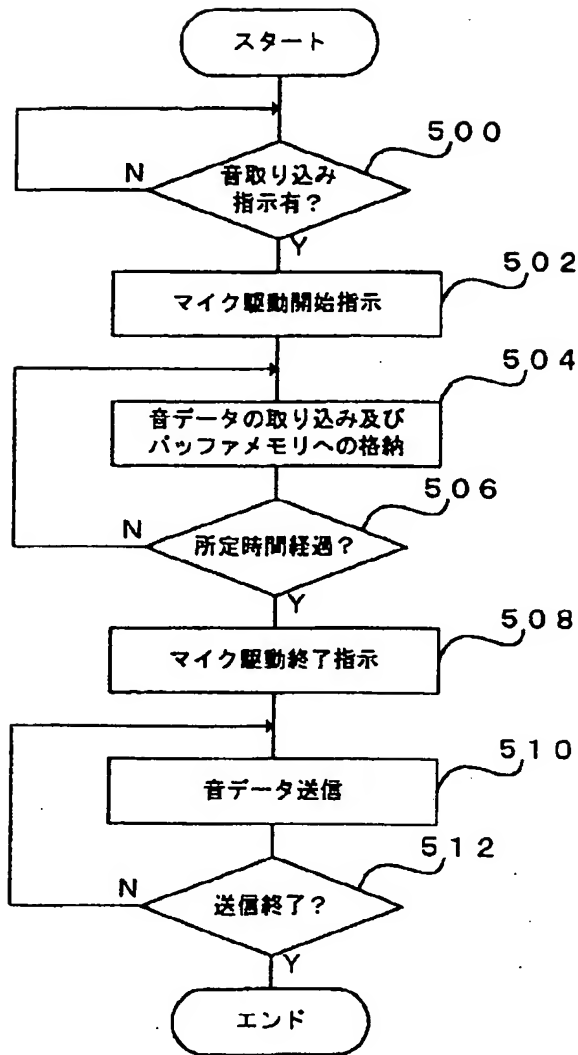
【図16】



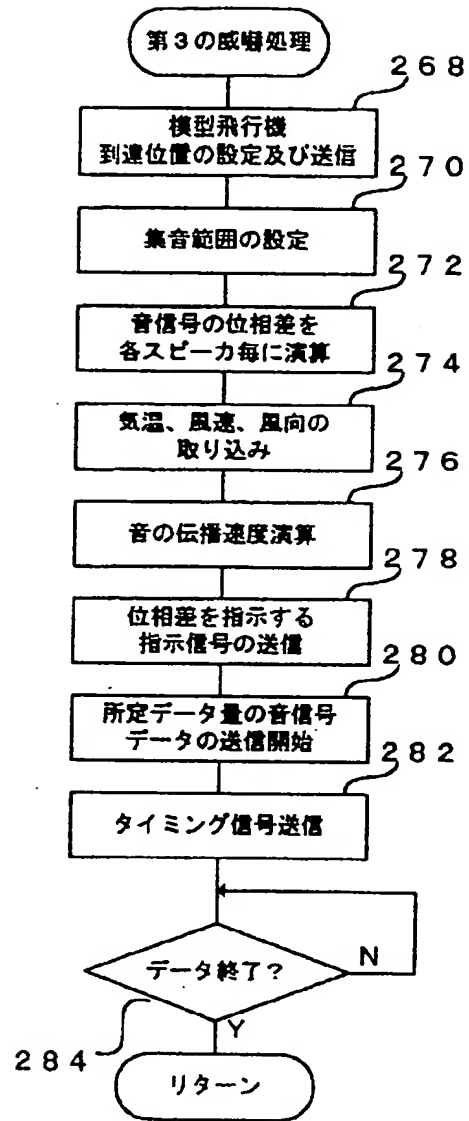
【図13】



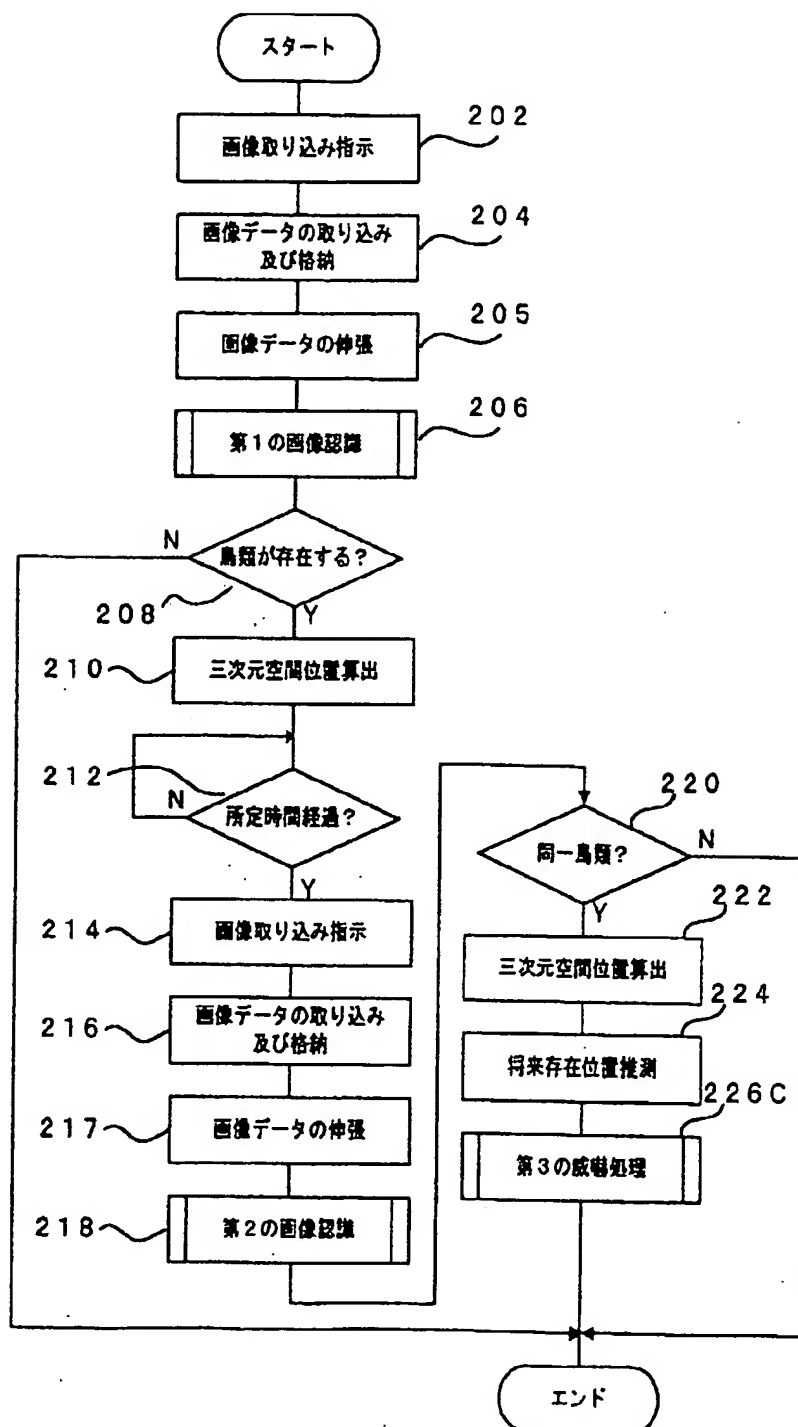
【図15】



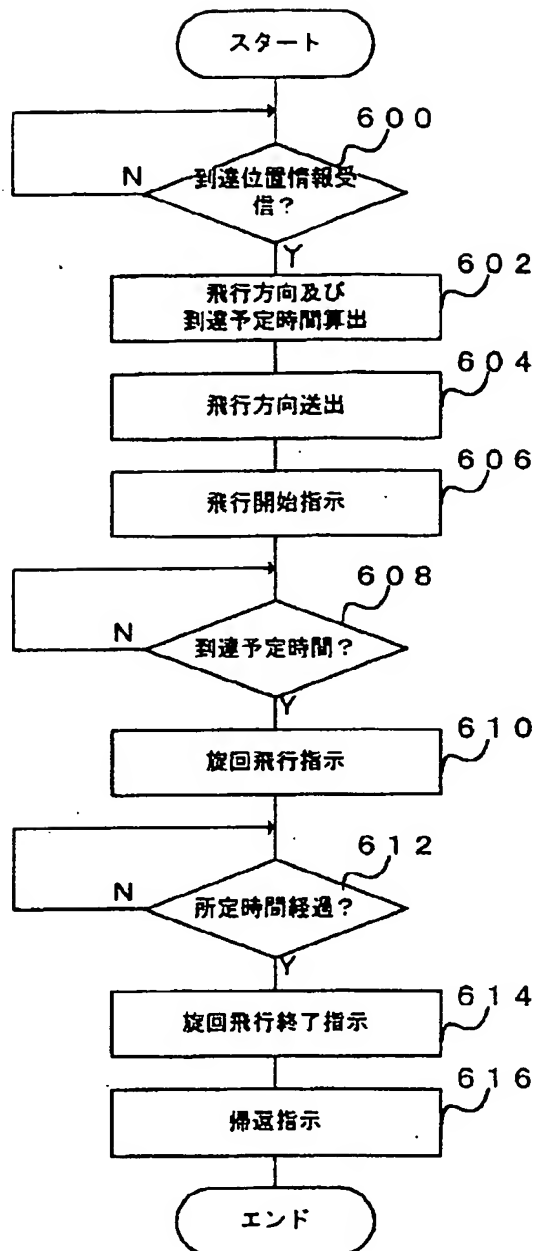
【図18】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 海野 健一  
千葉県印西市大塚1丁目5番地1 株式会  
社竹中工務店技術研究所内